

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

04.06.2004

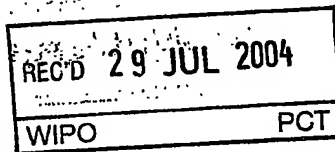
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 6月 5日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-161128
[ST. 10/C]: [JP2003-161128]

出 願 人
Applicant(s): 住友電気工業株式会社

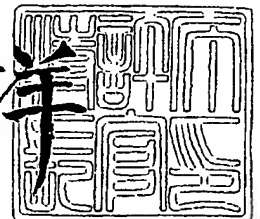


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願

【整理番号】 103H0473

【提出日】 平成15年 6月 5日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01Q 15/00

【発明の名称】 電波レンズアンテナ装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

【氏名】 今井 克之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

【氏名】 黒田 昌利

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代表者】 岡山 紀男

【代理人】

【識別番号】 100074206

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区日本橋1丁目18番12号 鎌田特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 鎌田 文二

【電話番号】 06-6631-0021

【選任した代理人】

【識別番号】 100084858

【弁理士】

【氏名又は名称】 東尾 正博

【選任した代理人】

【識別番号】 100087538

【弁理士】

【氏名又は名称】 鳥居 和久

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009025

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715601

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電波レンズアンテナ装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電波ビームを収束する半球状の電波レンズと、この電波レンズの球の2分断面に取り付けられて天空から入射される電波または標的に向けて放射される電波を反射させる反射板と、前記電波レンズの任意の電波収束点に配置されて電波を送信または受信するアンテナ素子とを有し、前記アンテナ素子が、導波管の先端開口部に誘電体を装荷した誘電体装荷導波管アンテナで構成されている電波レンズアンテナ装置。

【請求項2】 電波ビームを収束する球状の電波レンズと、この電波レンズの任意の電波収束点に配置されて電波を送信または受信するアンテナ素子とを有し、前記アンテナ素子が、導波管の先端開口部に誘電体を装荷した誘電体装荷導波管アンテナで構成されている電波レンズアンテナ装置。

【請求項3】 前記誘電体装荷導波管アンテナが、角形導波管の先端開口部に誘電体を装荷した角形誘電体装荷導波管アンテナである請求項1又は2に記載の電波レンズアンテナ装置。

【請求項4】 前記誘電体装荷導波管アンテナが、導波管にその管の前面を一周する溝を設けたチョーク構造のアンテナである請求項1乃至3のいずれかに記載の電波レンズアンテナ装置。

【請求項5】 前記誘電体装荷導波管アンテナが、導波管の先端開口部に凸レンズ形状の誘電体を装荷した構造のアンテナである請求項1乃至4のいずれかに記載の電波レンズアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、電波ビームを収束する球状或いは半球状のルーネベルグ電波レンズと小型化されたアンテナ素子（一次放射器）とを組み合わせる構成される無線通信用の電波レンズアンテナ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半球状のルーネベルグ電波レンズを用いたアンテナ装置の概念図を図1に示す。図中1は電波ビームを収束する半球状のルーネベルグ電波レンズ（以下単に電波レンズと言う）、2は電波レンズ1の球の2分断面に取り付けられて天空から入射される電波または標的に向けて放射される電波を反射させる反射板、3は電波を送信または受信するアンテナ素子（一次放射器）である。アンテナ素子3は、図示しないアーチ型のアームなどで保持して、電波レンズ1の任意の電波収束点に配置できるようにしてある。

【0003】

この電波レンズアンテナ装置は、例えば受信を考えたとき、ある方向から到来した電波Aは、電波レンズ1によりその進行方向が曲げられて反射板2に至り、次に反射板2で反射されて図1に示すようにレンズの中心に対して反対側に収束されるので、これをアンテナ素子3で受信することができる。このことは、反射板2よりも上の任意の方向から到来した電波を受信できる、換言すれば、電波レンズ1の半球状の任意の点が焦点に成り得ることを意味している。

【0004】

なお、送信の場合は上記とは逆であり、可逆性が成立する。

【0005】

また、図1はレンズの表面上に焦点がある状態にしたが、焦点は実際にはレンズ表面よりも少し外側（一般には0mm～100mm程度の範囲で調整される）にあることが多い。

【0006】

上記の特性を考慮すれば、赤道を含む面内に存在する複数（N個）の静止衛星に対し、独立的に受信あるいは送信するためには、アンテナ素子3を複数（N個）用意し、各静止衛星に対する焦点にアンテナ素子を設置すればよく、ひとつの電波レンズでN個の衛星に対応できるというのが、本電波レンズアンテナ装置の大きな利点である。

【0007】

しかしながら、この電波レンズアンテナ装置を真のマルチビームレンズアンテナ

ナとして使用するためには、以下の問題を解決しなければならない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

例えば、日本国内では、一般に通信衛星は赤道上に4度（海外では2度）間隔で隣接しており、地球表面上から見たそれらの通信衛星（Communication Satellite：略してCSと称されている）の離角はおおよそ4.4度（海外では2.2度）である。上述した電波レンズアンテナ装置の利点を活かしてその4.4度間隔の衛星と各々独立して通信するためには、アンテナ素子を電波レンズの表面近くにある焦点位置に4.4度間隔で並べる必要がある。この要求に対し、例えば、半径200mmのレンズアンテナで焦点が表面から50mmの位置にあるとすれば、隣接するアンテナ素子間の直線距離は、 $2 \times (200 + 50) \times (4.4 / 2)$ で計算でき、約19.2mmとなって要求に応えるには非常に小さなアンテナ素子が必要になる。

【0009】

また、4.4度間隔を保って隣接する衛星は、同一周波数の電波を用いるために、独立して通信する必要がある。そのためには、他の衛星からの干渉ノイズ（雑音）が小さいこと、言い換えれば、各々のアンテナ素子によるレンズアンテナ全体の指向性パターンにおいて、4.4度ずれた（4.4度離角した）方向からの信号（雑音となるサイドローブ）のレベルが、メイン方向信号（メインローブ）のレベルに比べて十分に小さいことが必要である。

【0010】

図8に、アンテナの指向性パターンの一例を示す。図のMがメインローブ、メインローブ以外の信号Sがサイドローブである。

【0011】

通信衛星の近辺には、4.4度離れた通信衛星のみならず、他の衛星も多数存在することから、一般的に下式で表される包絡線（図8に点線で示す線）よりも下側にサイドローブレベルが収まることが望ましいとされている。

【0012】

$$29 - 25 \log \theta \text{ dB i } (\theta : \text{離角 [度]})$$

アンテナのサイドローブレベルを下げる方法は、これまでも多く報告されているが、一般的にアンテナの開口分布（主に振幅分布）にテーパをつける方法で実現できることが知られている。

【0013】

これをレンズアンテナで実現するには、アンテナ素子単体の指向性パターンを絞ってレンズの中心部に入る電力を高く、レンズの表面に近づくにつれて電力を小さくすれば、レンズアンテナの放射開口面で電力（振幅）のテーパ化を実現できる。以下、指向性パターンを絞ることを、その指向性パターンの3 dB電力幅（半値幅）を用いて定義し、絞ることを半値幅が狭い、または、半値幅を狭くすると言い換えて表現する。

【0014】

図2（a）、（b）に振幅分布が一様な場合と、その振幅分布にテーパがついている場合の指向性パターンを比較して示す。図2（a）のように、振幅分布が一様であるとメインローブMに対するサイドローブSのレベルが相対的に高くなり、一方、図2（b）のように振幅分布にテーパがついているとサイドローブSは小さくなる。

【0015】

しかしながら、一般的にアンテナはその開口が大きいほど半値幅が狭くなり、開口が逆に小さくなれば半値幅は広くなることが理論的に証明されている。図8は、半値幅が広いアンテナ素子で受電した場合のレンズアンテナの指向性パターンを示しており、サイドローブSが望ましいとされる包絡線を越えている。

【0016】

アンテナ素子を小さくするために開口を小さくするとレンズアンテナのサイドローブのレベルが高くなり、また、レンズアンテナのサイドローブを下げるためにアンテナ素子の半値幅を狭くするとアンテナ素子が大きくなり、このように、アンテナ素子の小型化とレンズアンテナのサイドローブの低減は相容れない面がある。

【0017】

なお、現状のパラボラアンテナでは、その焦点がレンズアンテナに比べて遠く

に存在するため、隣接衛星と独立に通信するための物理的アンテナ素子間隔を大きくとることができる。そのため、アンテナ素子の設計においては特に制約を受けることがなく、一般的に円形のホーンアンテナ（開口寸法が30mm以上の円錐ホーンアンテナ）が用いられているが、パラボラアンテナでは多数の衛星に対応することができない。また、このパラボラアンテナは、焦点距離が遠いためにその分アンテナ素子の肘部などの機構が大きくなり、嵩張ったイメージを与えることも問題となっている。

【0018】

そこで、この発明は、ルーネベルグ電波レンズを用いたアンテナ装置において、サイドローブを望ましいとされる包絡線レベル以下に抑えつつ、アンテナ素子を離角の小さな衛星にも対応できるサイズに小型化することを課題としている。この課題を解決すれば、小型で体裁の良いマルチビームアンテナ装置を実現することができる。

【0019】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、この発明においては、アンテナ素子を、導波管の先端開口部に誘電体を装荷した誘電体装荷導波管アンテナ（誘電体装荷フィード）で構成し、このアンテナ素子を球の2分断面に反射板を取り付けた半球状のルーネベルグ電波レンズ又は球状ルーネベルグ電波レンズと組み合わせて電波レンズアンテナ装置となした。なお、アンテナ素子を構成する導波管は、誘電体を挿入する関係で若干外広がり（テーパー）がつくことがあるが、基本的にはストレート管であり、ホーンアンテナ用の導波管とは形が異なる。

【0020】

この電波レンズアンテナ装置に採用する誘電体装荷導波管アンテナは、円形導波管や楕円形の導波管を使用したものでもよいが、それよりは、角形導波管の先端開口部に誘電体を装荷したもの（角形誘電体装荷導波管アンテナ）が好ましい。ここで言う角形導波管は、基本的には方形断面の管を指すが、E面、H面の指向性パターンを調整するために、矩形断面になることがあり得る。また、その誘電体装荷導波管アンテナを、導波管の前面にその前面を一周する溝を設けたチョ

ーク構造のアンテナにするのも好ましい。

【0021】

導波管の先端開口部に装荷する誘電体の形状は、導波管の形状と必ずしも一致させる必要はなく、導波管の先端開口部に凸レンズ形状の誘電体を装荷した構造にすることもできる。

【0022】

【作用】

この発明の電波レンズアンテナ装置に採用したアンテナ素子（誘電体装荷導波管アンテナ）は、導波管の先端開口部に装荷した誘電体の働きによってレンズの中心部に入る電力を高く、レンズの表面に近づくにつれて電力を小さくする効果が高まり、アンテナの開口を大きくせずに半値幅を狭くすることができる。そのために、アンテナ素子の小型化とレンズアンテナのサイドローブの低減を両立させることが可能になる。

【0023】

【発明の実施の形態】

図3乃至図7に、この発明の実施形態を示す。この発明の電波レンズアンテナ装置の基本構造は図1に示すもの（球状のルーネベルグ電波レンズを使用して反射板を使用しないものもある）と同じであり、アンテナ素子のみが従来考えられているものと異なる。従って、実施形態はアンテナ素子の構造のみを示す。

【0024】

図3のアンテナ素子3は、角形導波管4の先端開口部に角柱状の誘電体6を装荷して構成されている。

【0025】

また、図4のアンテナ素子3は、円形導波管（楕円形の導波管でもよい）5の先端開口部に円柱状の誘電体6を装荷して構成されている。

【0026】

導波管は、角形導波管、中でも方形導波管がスペース効率が良く、アンテナ素子の小型化の効果が最大限に発揮されるが、装荷する誘電体の性能によっては、円形、楕円形の管を用いても、アンテナ素子3を要求サイズに縮小することがで

きる。

【0027】

導波管 4、5 の材質は真鍮やアルミニウムなどの金属であればよく、量産性に優れたダイキャストであってもよい。この導波管 4、5 のサイズは、例えば、周波数 12 GHz 帯であれば角形導波管の場合、一辺 18 mm 以下（図 3（a）の a、b が共に 18 mm 以下）に収めることができ、アンテナ素子間隔が既述の 19.2 mm の場合にも、アンテナ素子を互いに干渉させずに所望の位置に配置することが可能になる。

【0028】

また、誘電体 6 は、ポリエチレン等、比較的誘電率が低くてしかも誘電正接（ $\tan \delta$ ）の小さい材料が望ましい。

【0029】

この誘電体 6 の長さ（図 5 の L）は、アンテナ素子 3 の半値幅に基づいて決定される。

【0030】

図 6 は、導波管 4 の前面にその前面を一周する溝 7 を設けてアンテナ素子 3 をチョーク構造にしたものである。このチョーク構造を併用するとアンテナ素子単体でのサイドローブ低減の効果も得られ、サイドローブレベルがさらに下がる。このチョーク構造は、角形以外の導波管を用いたアンテナ素子にも有効である。

【0031】

導波管に装荷する誘電体 6 の形状は柱状に限定されない。図 7 は角形導波管 4（または円形導波管 5）の先端開口部に凸レンズ形状の誘電体 6 を装荷したものであり、このような形状の誘電体 6 も使用することができる。

【0032】

このほか、誘電体を装荷した導波管の根元部に基板回路を結合し、この基板回路上に低ノイズ増幅器（LNA）、周波数変換器（コンバータ）、発信器等を搭載してアンテナ素子 3 を衛星放送アンテナ用低ノイズブロック（LNB）として構成してもよい。

【0033】

上述したアンテナ素子は、図1の電波レンズアンテナ装置用の素子に要求される下記1)～4)の基本性能を満足し、結果としてルーネベルグ電波レンズとの総合特性である、隣接衛星との独立通信が可能な低サイドローブの要求を満たすことができる。

- 1) 0.8λ (λ :波長、例えば、周波数12.5GHzの場合、約25mm)以下のサイズである。
- 2) 半値幅について例えば50度程度が実現できる。
- 3) 垂直V、水平Hの両直線偏波共用のため直線偏波アンテナである(この条件を満足すれば円偏波アンテナにも適用可能)。
- 4) E面、H面(図3(b)参照)の指向性パターンを極力同じにできる。

【0034】

上述した誘電体装荷導波管アンテナ(角形導波管を用いたもの)を図1の電波レンズアンテナ装置にアンテナ素子3として採用したときのレンズアンテナの指向性パターンにおけるサイドローブの低減効果を図9に示す。

【0035】

このように、この発明を特徴づける誘電体装荷導波管アンテナを使用すると、サイドローブSが好ましいとされる包絡線(図の点線)よりも小さくなり、離角が小さい(例えば4.4度間隔)衛星との独立通信が可能になる。

【0036】

また、同時にアンテナ素子の小型化が図れ、そのアンテナ素子のスペース面での設置規制が緩和されて多数の衛星との通信が可能になる。

【0037】

【発明の効果】

以上述べたように、この発明の電波レンズアンテナ装置は、アンテナ素子を誘電体装荷導波管アンテナで構成し、これを半球状のルーネベルグ電波レンズと組み合わせるようにしたので、アンテナ素子の小型化とレンズアンテナのサイドローブの低減を両立させることができ、離角の小さい多数の衛星を通信相手にしたマルチビームアンテナを実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

半球状のルーネベルグ電波レンズを用いたアンテナ装置の概念図

【図 2】

(a) 振幅分布が一様な場合のアンテナの指向性パターンを示す図

(b) 振幅分布にテーパをつけた場合のアンテナの指向性パターンを示す図

【図 3】

(a) この発明のアンテナ素子の一例を示す要部の斜視図

(b) 角形導波管の断面を示す図

【図 4】

この発明のアンテナ素子の他の例を示す要部の斜視図

【図 5】

この発明のアンテナ素子の基本形を示す要部の側面図

【図 6】

チョーク構造を併用したアンテナ素子の要部の側面図

【図 7】

凸レンズ形状の誘電体を装荷したアンテナ素子の要部の断面図

【図 8】

半値幅が広い場合のアンテナの指向性パターンを示す図

【図 9】

アンテナ素子として誘電体装荷導波管アンテナを用いた場合のアンテナの指向性パターンを示す図

【符号の説明】

- 1 ルーネベルグ電波レンズ
- 2 反射板
- 3 アンテナ素子
- 4 角形導波管
- 5 円形導波管
- 6 誘電体
- 7 溝



A 電波

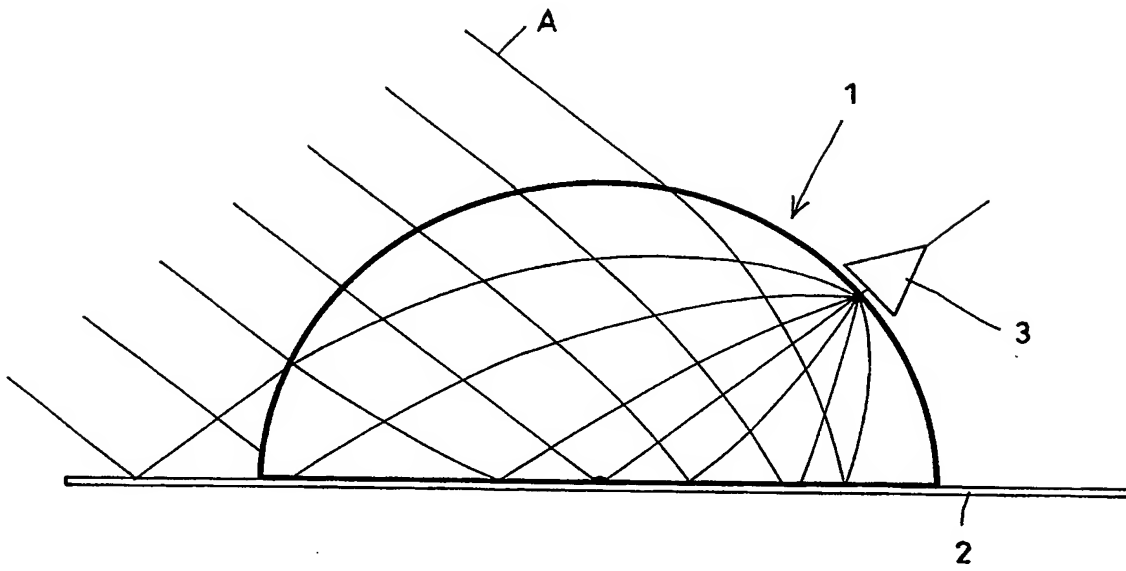
M メインローブ

S サイドローブ

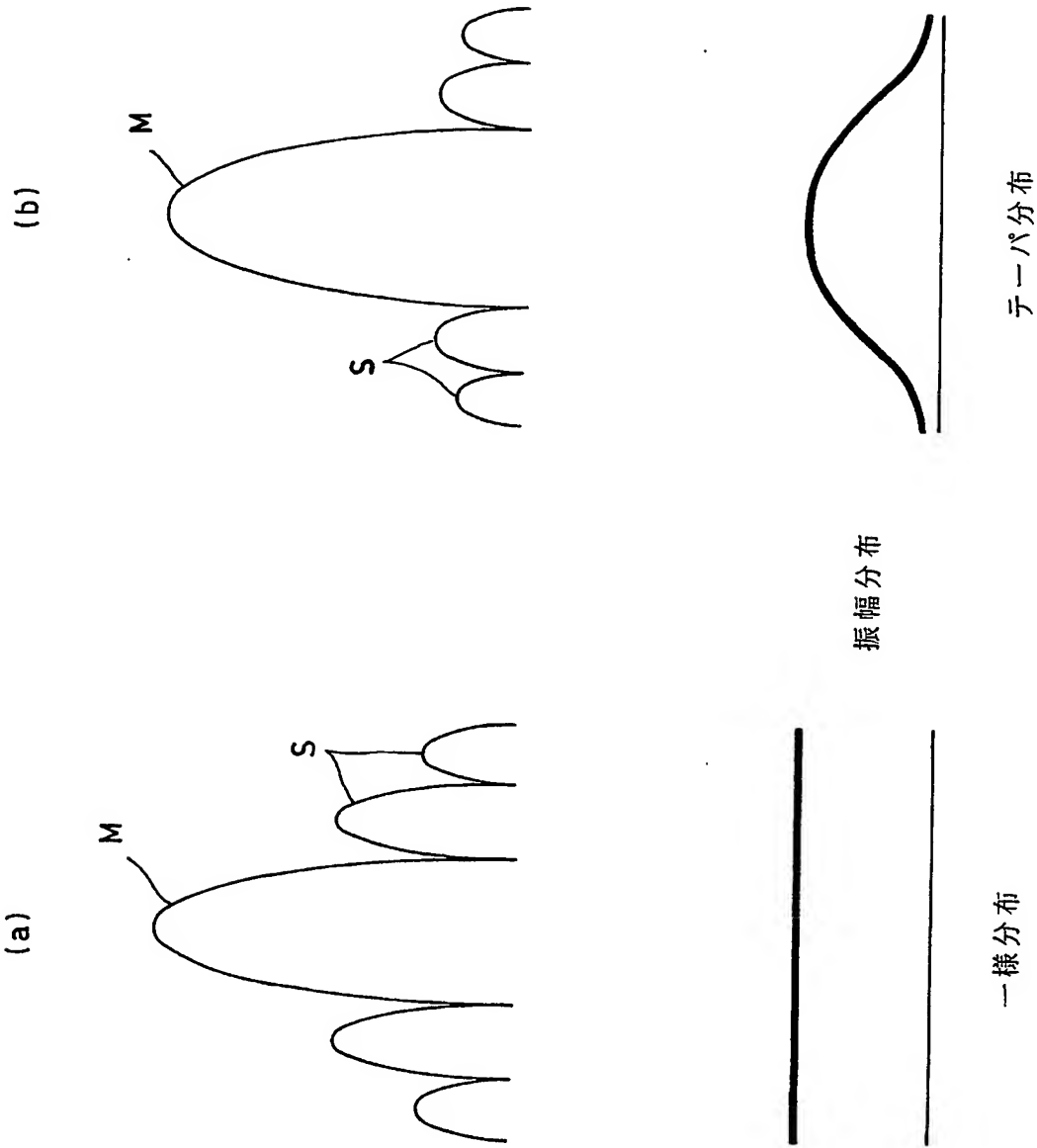
【書類名】

図面

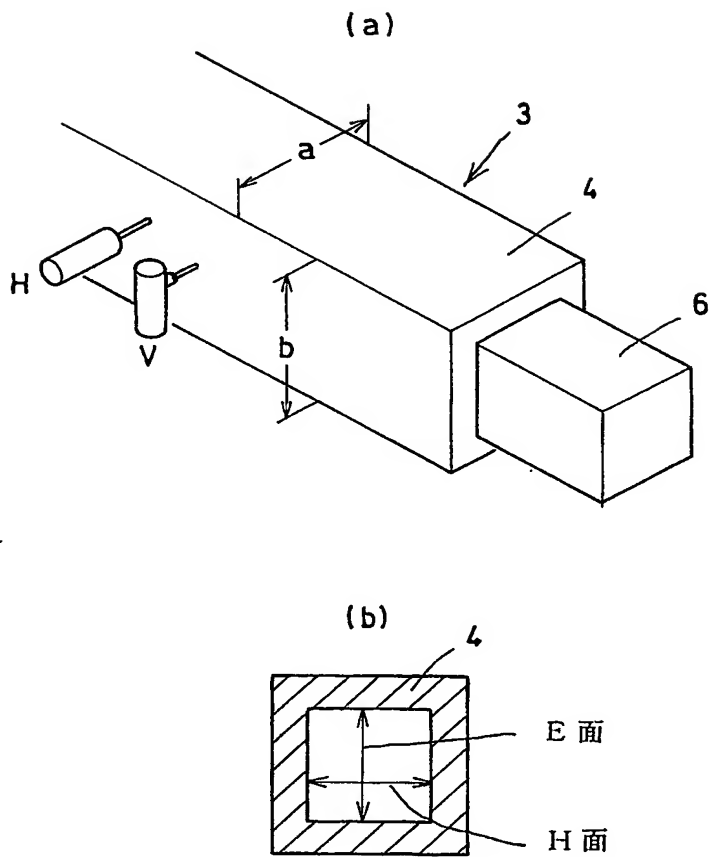
【図 1】



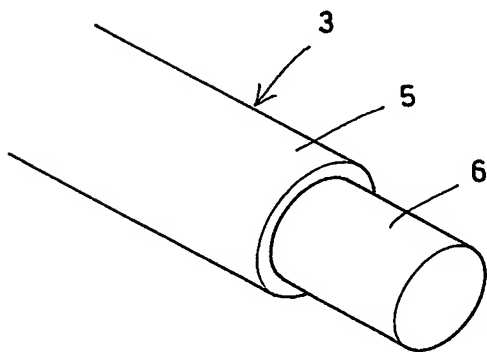
【図 2】



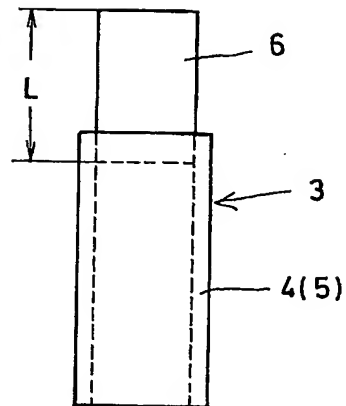
【図 3】



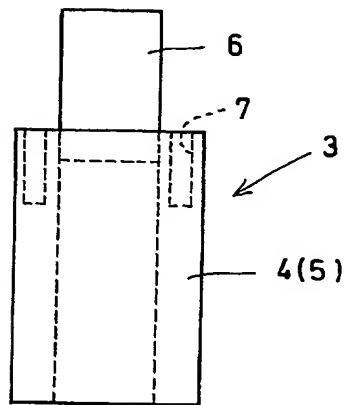
【図 4】



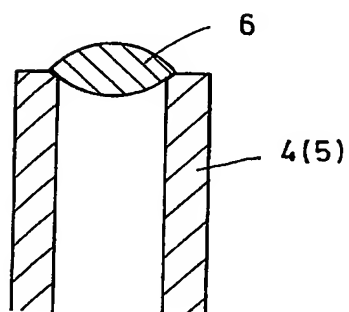
【図 5】



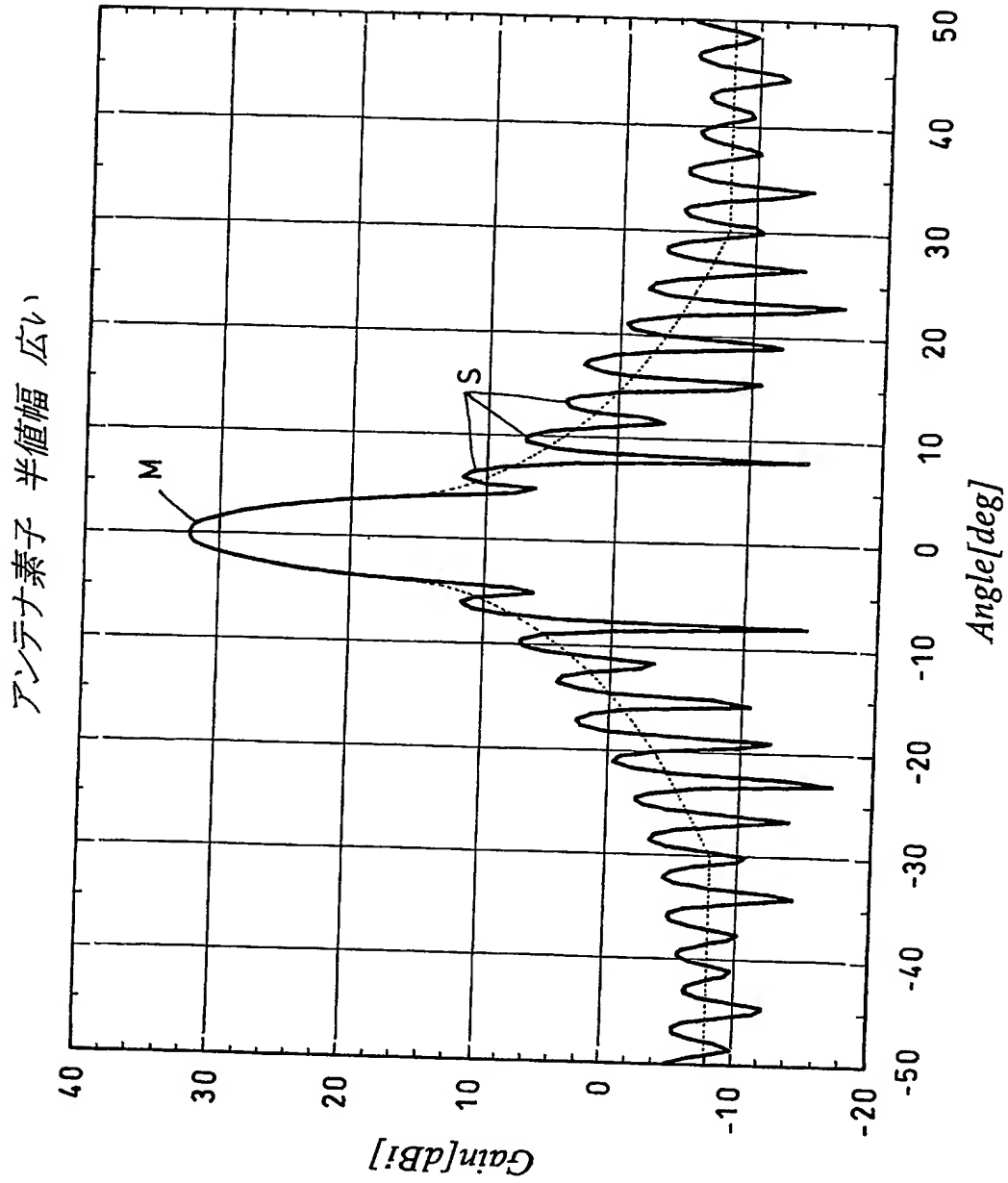
【図 6】



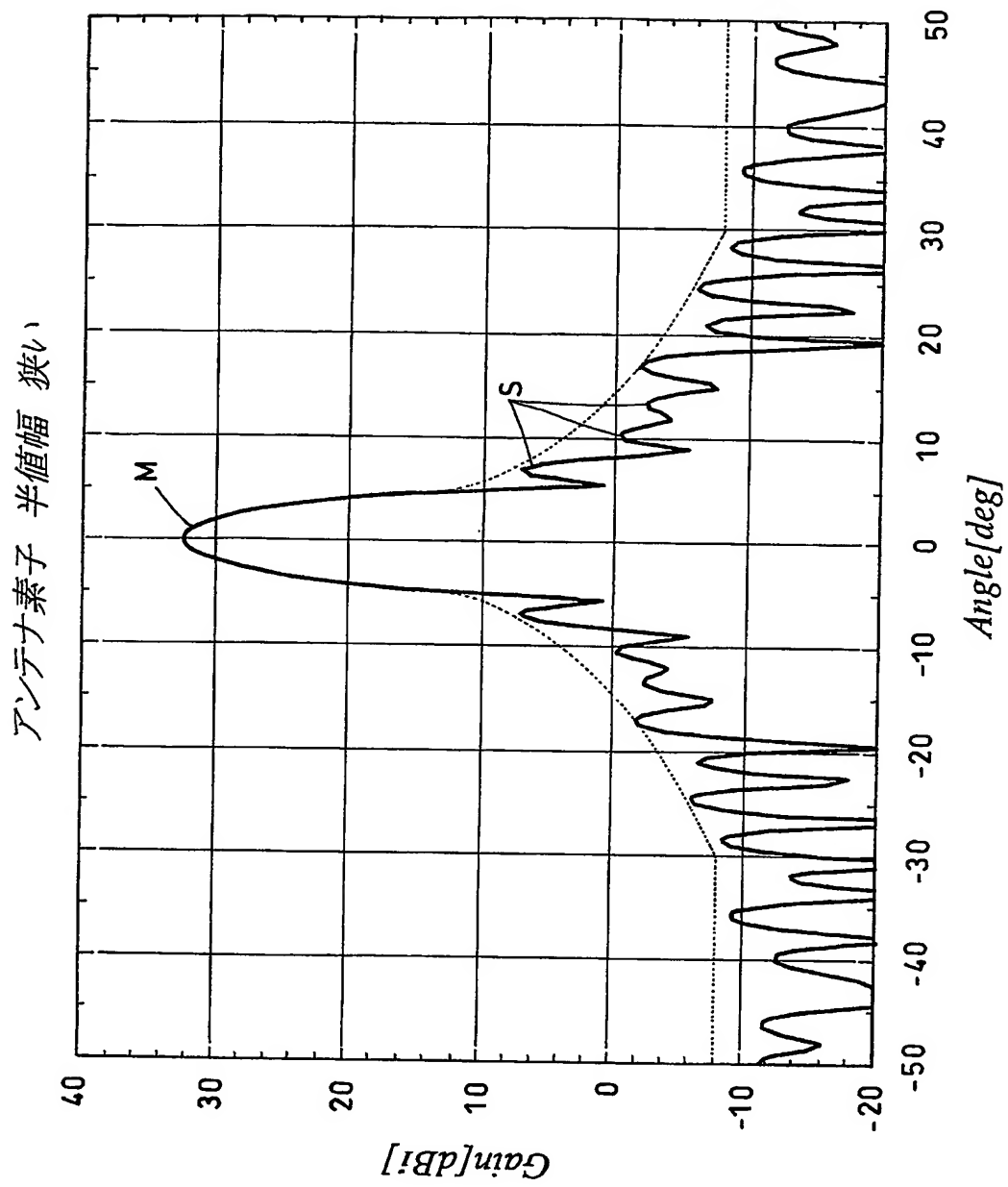
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小さな離角で並んだ衛星との独立通信が可能なマルチビームレンズアンテナを実現して提供する。

【解決手段】 角形導波管 4 の先端開口部に誘電体 6 を装荷してこれをアンテナ素子 3 となし、このアンテナ素子 3 と、半球状のルーネベルグ電波レンズ 1 と、この電波レンズ 1 の球の 2 分断面に取り付けられて天空から入射される電波または標的に向けて放射される電波を反射させる反射板 2 とを組み合わせる電波レンズアンテナ装置を構成するようにした。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 6 1 1 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 3 0]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名

住友電気工業株式会社